

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **115 355** (13) U1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(51) МПК
[C21B 7/24 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 07.12.2015)
Пошлина: учтена за 1 год с 05.12.2011 по 05.12.2012

(21)(22) Заявка: [2011149417/02](#), 05.12.2011(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.12.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 05.12.2011

(45) Опубликовано: [27.04.2012](#) Бюл. № 12

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
Центр интеллектуальной собственности,
Т.В. Марксу

(72) Автор(ы):

Лисенко Владимир Георгиевич (RU),
Сучков Андрей Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина" (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ГОРНЕ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области металлургии, в частности к доменному производству и системам автоматического контроля и управления доменным процессом. Устройство измерения температуры в фурменном очаге горна доменной печи включает фурменный прибор с подвижным коленом, цилиндрический тепломер, кольцевой резец - очиститель, привод ввода и вывода цилиндрического тепломера в фурменный очаг горна доменной печи, отличается тем, что оно дополнительно включает водоохлаждаемый цилиндрический зонд, водоохлаждаемую опорную фурму с сальником, вычислительный блок и таймер привода ввода и вывода цилиндрического тепломера в фурменный очаг доменной печи, при этом цилиндрический тепломер прикреплен к торцу водоохлаждаемого цилиндрического зонда, который размещен в водоохлаждаемой опорной фурме с сальником, установленной в подвижном колене фурменного прибора, резец-очиститель размещен в торце водоохлаждаемой опорной фурмы, а цилиндрический тепломер соединен с вычислительным блоком, определяющим температуру фурменного очага горна доменной печи в зависимости от значений теплового потока, фиксируемого цилиндрическим тепломером. Устройство позволяет повысить точность измерения температуры в горне доменной печи и одновременно обеспечивает длительную надежную эксплуатацию используемого оборудования в системе автоматического управления тепловым состоянием доменной печи.

Полезная модель относится к области металлургии, в частности к доменному производству и системам автоматического контроля и управления доменным процессом.

Известно устройство для измерения температур в горне доменной печи [1]. Оно включает блок термопары, устройство для ввода термопары через отверстие в фурменном приборе и его перемещения в объеме фурменного очага горна доменной печи.

Однако недостатком этого устройства является низкая стойкость термопары в высокотемпературной области фурменного очага (температуры до 2000°C), а также наличие шлака и металла на поверхности чехла термопары, что искажает ее показатели. Требуется также перемещение термопары в объеме фурменного очага для сканирования с определением локальных температур и последующем их осреднении.

Известно также устройство для измерения температуры свода мартеновских печей (шомпольный термозонд), принятое за прототип [2].

Устройство состоит из трех основных узлов: водоохлаждаемого цилиндрического тепломера, фурмы и пневмоцилиндра, приводящего в движение тепломер. При этом фурму устанавливают в кладке свода или стен печи, конец с кольцевым резцом для очистки поверхности тепломера погружают в кладку до внутренней ее поверхности или выдвигают в рабочее пространство. Тепломер выдвигают в рабочее пространство только на время измерений, а затем убирают внутрь фурмы. Налет плавильной пыли при этом очищают кольцевым резцом. Статическая характеристика тепломера характеризуется эмпирической формулой

$$E_{\text{ш}} = k(t_{\text{ф}} \cdot 10^{-12} + m),$$

где $E_{\text{ш}}$ - показания тепломера; $t_{\text{ф}}$ - температура футеровки; k и m - эмпирические коэффициенты.

Однако недостатком этого устройства является необходимость его размещения вблизи футеровки печи, при этом требуется тарировка тепломера в соответствии с уравнением; в конкретных условиях измерительной обстановки в связи с эмпирическим характером основной статической характеристики. Устройство в этом случае предназначено для определения температур футеровки печей.

Технической задачей данной полезной модели является повышение точности измерения температуры в горне доменной печи с одновременным обеспечением функционирования данного устройства для измерения температуры в длительной эксплуатации.

Устройство измерения температуры в фурменном очаге горна доменной печи включает фурменный прибор с подвижным коленом, цилиндрический тепломер, кольцевой резец-очиститель, привод ввода и вывода цилиндрического тепломера в фурменный очаг горна доменной печи, отличается тем, что оно дополнительно включает водоохлаждаемый цилиндрический зонд, водоохлаждаемую опорную фурму с сальником, вычислительный блок и таймер привода ввода и вывода цилиндрического тепломера в фурменный очаг доменной печи, при этом цилиндрический тепломер прикреплен к торцу водоохлаждаемого цилиндрического зонда, который размещен в водоохлаждаемой опорной фурме с сальником, установленной в подвижном колене фурменного прибора, резец-очиститель размещен в торце водоохлаждаемой опорной фурмы, а цилиндрический тепломер соединен с вычислительным блоком, определяющим температуру фурменного очага горна доменной печи в зависимости от значений теплового потока, фиксируемого цилиндрическим тепломером.

Таким образом, данное устройство основано на измерении локального теплового потока q_T , фиксируемого цилиндрическим тепломером. Связь этого локального теплового потока q_T с температурой в горне доменной печи в зоне фурменного очага $T_{\text{ф}}$ определится следующим образом.

Величина локального теплового потока на поверхности цилиндрического тепломера N представлена зональным уравнением [3]:

$$q_T = b_{\text{ф.н}} \cdot T_{\text{ф}}^4 - b_N \cdot T_N^4 + \alpha_{\text{к.н}}(T_{\text{ф.н}} - T_N), \quad (1)$$

где $b_{\text{ф.н}}$ и b_N - локальные разрешающие коэффициенты радиационного обмена от фурменного очага к поверхности цилиндрического тепломера и от поверхности цилиндрического тепломера, соответственно, Вт/(м²·К⁴);

$\alpha_{\text{к.н}}$ - коэффициент теплопередачи конвекцией от фурменного очага к поверхности цилиндрического тепломера, Вт/(м²·К⁴);

$T_{\text{ф.н}}$ - температура фурменного очага вблизи поверхности цилиндрического тепломера, К;

T_N - температура поверхности цилиндрического тепломера, К.

С учетом правила взаимности излучения между фурменным очагом и поверхностью цилиндрического тепломера N величина $b_{\phi.N}$ равна [3]

$$b_{\phi.N} = \sigma_0 \cdot f_{N\phi} \cdot \varepsilon_N, \quad (2)$$

где σ_0 - коэффициент излучения абсолютно черного тела, $\sigma_0 = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$;

$f_{N\phi}$ - локальный приведенный разрешающий угловой коэффициент от поверхности цилиндрического тепломера N на зону фурменного очага ϕ ;

ε_N - степень черноты поверхности цилиндрического тепломера.

В связи с замкнутой поверхностью фурменного очага величина $f_{N\phi} = 1$, т.е. все излучение от поверхности цилиндрического тепломера N попадает на зону фурменного очага ϕ .

С учетом высокой температуры фурменного очага величиной теплоотдачи конвекцией можно пренебречь. Так как поверхность цилиндрического тепломера водоохлаждаема, то температурой T_N по сравнению с T_ϕ можно пренебречь.

Тогда связь между тепловым потоком q_T и температурой T_ϕ выразится формулой:

$$q_T = \sigma_0 \cdot \varepsilon_N \cdot T_\phi^4,$$

откуда

$$T_\phi = \sqrt[4]{\frac{1}{\sigma_0 \varepsilon_N} \cdot q_T} = K_\phi \sqrt[4]{q_T}, \quad (3)$$

где K_ϕ - коэффициент пропорциональности, $\text{К} \cdot \text{м}^{0,5} / \text{Вт}^{0,25}$;

$$K_\phi = \sqrt[4]{\frac{1}{\sigma_0 \varepsilon_N}}. \quad (4)$$

Степень черноты поверхности материала цилиндрического тепломера определяется, например, по материалам [4]. Так для жароупорной хромоникелевой стали величина $\varepsilon_N = 0,8$.

С учетом сделанных при выводе формулы (3) допущений, величина коэффициента K_ϕ корректируется путем непосредственного эпизодического сравнения полученной температуры фурменного очага по формуле (3) с температурой, полученной измерением термопарой по методу, изложенному в [1].

При длительном нахождении цилиндрического тепломера в зоне фурменного очага его поверхность может покрываться слоем шлака или брызг металла, поэтому предлагаемое устройство предусматривает лишь кратковременное пребывание цилиндрического тепломера в зоне фурменного очага, определяемого установившимся показателем теплового потока, например, в течение 0,5-1 мин, после чего цилиндрический тепломер удаляется из зоны фурменного очага. При прохождении цилиндрического тепломера через стенку фурменного прибора его поверхность подвергается очистке с использованием кольцевого металлического резца.

Данные о тепловом потоке, определяемом цилиндрическим тепломером, поступают в вычислительный блок и вычисление температуры в зоне фурменного очага с использованием формул (5) и (6) обеспечивается этим вычислительным блоком. Время пребывания цилиндрического тепломера в зоне фурменного очага устанавливается на таймере и реализуется с использованием привода ввода цилиндрического тепломера и вывода его из зоны фурменного очага.

Измерение температуры в горне доменной печи реализуется с помощью устройства, представленного на рис.1-3.

На рис.1 изображена доменная печь с устройством для измерения температуры: горн доменной печи 1; фурменный очаг 2; элементы фурменного прибора: кольцевой трубопровод горячего дутья 3, неподвижное колено 4, подвижное колено 5, трубопровод с соплом 6, дутьевая фурма 7, а также водоохлаждаемый цилиндрический зонд 8; цилиндрический тепломер 9; водоохлаждаемая опорная фурма 10, сальниковое устройство 11, кольцевой резец-очиститель 12, привод ввода и вывода цилиндрического тепломера 13, вычислительный блок 14, таймер 15.

На рис.2 представлен элемент стенки 16 подвижного колена фурменного прибора 5 (см. рис.1) водоохлаждаемая опорная фурма 10, с сальником 11 для предотвращения выбивания горячего воздуха из кольцевого воздухопровода и ввода цилиндрического тепломера 8 и кольцевым резцом-очистителем 12.

На рис.3 показано устройство цилиндрического тепломера 9 измерительного зонда 8 [3].

Оно включает корпус водоохлаждаемого цилиндрического зонда 8, медную кольцевую головку 17, термобатарей с вводами электродов в тело торцевой головки

18 и 19, отводящие провода 20, подвод охлаждающей воды 21.

Устройство работает следующим образом. Водоохлаждаемый цилиндрический зонд 8 через сальник 11, водоохлаждаемую опорную фурму 10, размещенную в подвижном колене 5, и дутьевую фурму 7 вводится в горн доменной печи 1 таким образом, чтобы цилиндрический тепломер 9 размещался в фурменном очаге 2 горна доменной печи 1. В водоохлаждаемый цилиндрический зонд через гибкие шланги подается и отводится охлаждающая вода (рис.1).

В стенке 16 (рис.2) подвижного колена 5 размещается водоохлаждаемая опорная фурма 10 с сальником 11. К торцу водоохлаждаемой опорной фурмы 10 крепится кольцевой резец-очиститель 12, обеспечивающий очистку поверхности цилиндрического тепломера 8 от налипающего на его поверхность шлака при обратном ходе водоохлаждаемого цилиндрического зонда (рис.2).

Цилиндрический тепломер 9 крепится к корпусу водоохлаждаемого цилиндрического зонда 8 (рис.3). В торцевой медной головке 17 в глухих отверстиях, перпендикулярных боковой поверхности торцевой головки чувствительного элемента, размещены блоки электродов термопар 18 и 19. Блоки термопар 18 и 19 расположены на различном расстоянии от наружной боковой поверхности торцевой головки 17, при этом термопары 18 и 19 включены дифференциально, образуя термобатарею. Как показано в [3] тепловой поток q_T на боковую поверхность цилиндрического тепломера связан с перепадом температур термобатареи Δt соотношением

$$q_T = \frac{\lambda}{\varphi \cdot \delta} \Delta t, \quad (5)$$

где λ - коэффициент теплопроводности материала боковой части торцевой головки, Вт/(м·К);

δ - расстояние по окружности цилиндра между различным расположением спаев термопар, м;

φ - коэффициент, учитывающий кривизну боковой поверхности торцевой головки 17, влияние сверлений и расположения термобатарей на распространение теплового потока.

Таким образом, при известных величинах λ , δ и φ цилиндрическим тепломером определяется тепловой поток q_T .

Перемещение водоохлаждаемого цилиндрического зонда в направлении горна доменной печи и обратно - до размещения цилиндрического тепломера 9 в опорной водоохлаждаемой фурме 10 обеспечивается приводом ввода и вывода цилиндрического тепломера 13 (см. рис.1).

При этом в вычислительном блоке 14 (рис.1) при известном тепловом потоке q_T (см. уравнение (5)) по уравнениям (3) и (4) определяется искомая температура фурменного очага горна доменной печи T_ϕ . Время нахождения цилиндрического тепломера 9 в зоне фурменного очага 2 определяется выходом температуры T_ϕ на стационарное показание и реализуется с использованием таймера 15 и приводом ввода и вывода 13. Далее цилиндрический тепломер 9 выводится из зоны фурменного очага и устанавливается в опорной водоохлаждаемой фурме 10. Кольцевой резец-очиститель 12 (рис.1 и 2) обеспечивает очистку поверхности цилиндрического тепломера 9 от налета шлака, пыли и возможных брызг металла. Цикл необходимых измерений температуры фурменного очага, т.е. время ввода цилиндрического тепломера в фурменный очаг определяется технологическими требованиями и реализуется таймером 15, связанным с проводом ввода и вывода цилиндрического тепломера 13 (см. рис.1).

При необходимости дополнительная проверка показаний устройства измерения температуры и уточнение коэффициента K_ϕ в формуле (3) проводится параллельным эпизодическим сравнением показаний устройства с показателями термопары, вводимой в зону фурменного очага по методике, изложенной в [1].

Пример расчета

Тепловой поток, определенный цилиндрическим тепломером в фурменном очаге доменной печи, $q_T=840\text{кВт}$.

В вычислительном блоке определены величина K_ϕ по формуле (4) при $\varepsilon_N=0,8$:

$$K_\phi = \sqrt[4]{\frac{1}{\sigma_0 \cdot \varepsilon_N}} = \sqrt[4]{\frac{1}{5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 0,8}} = 68,52 \frac{\text{м}^{0,5} \cdot \text{К}}{\text{Вт}^{0,25}}$$

и температура фурменного очага по формуле (3):

$$T_\phi = 68,52 \cdot \sqrt[4]{840 \cdot 10^3} = 2074,3\text{К} = 1801,4^\circ\text{С}.$$

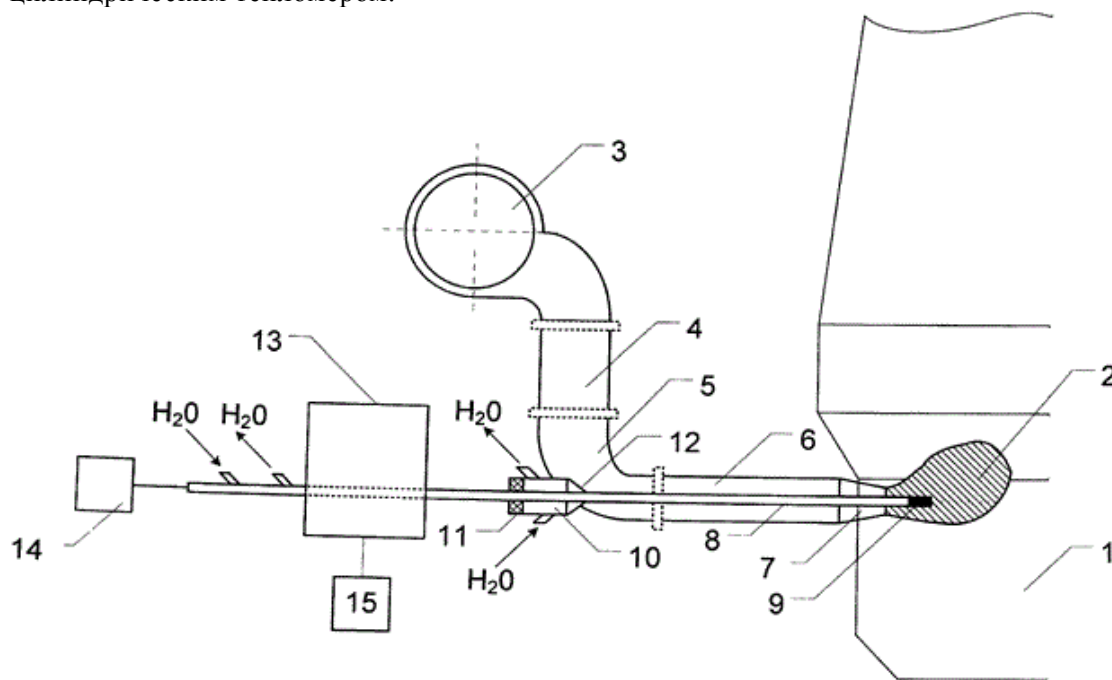
Полезная модель позволяет повысить точность измерения температуры в горне доменной печи и одновременно обеспечивает длительную эксплуатацию используемого оборудования в системе автоматического управления тепловым состоянием доменной печи.

Библиографические источники

1. Вегман Е.Ф., Жеребин Б.Н., Похвиснев А.Н. и др. Металлургия чугуна. Учебник для вузов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. - 774 с.
2. Тулуевский Ю.Н., Нечаев Е.А. Информационные проблемы интенсификации сталеплавильных процессов. - М.: Metallurgy, 1978. - 192 с.
3. Лисиенко В.Г. Интенсификация теплообмена в пламенных печах. - М.: Metallurgy, 1979. - 224 с.
4. Матрюков Б.С. Теория, конструкции и расчеты металлургических печей. Т.2 / Под ред. В.А.Кривандина. - М.: Metallurgy, 1978. - 272 с.

Формула полезной модели

Устройство измерения температуры в фурменном очаге горна доменной печи, содержащее фурменный прибор с подвижным коленом, цилиндрический тепломер, кольцевой резец-очиститель, привод ввода и вывода цилиндрического тепломера в фурменный очаг горна доменной печи, отличающееся тем, что оно снабжено водоохлаждаемым цилиндрическим зондом, водоохлаждаемой опорной фурмой с сальником, вычислительным блоком и таймером привода ввода и вывода цилиндрического тепломера в фурменный очаг доменной печи, при этом цилиндрический тепломер прикреплен к торцу водоохлаждаемого цилиндрического зонда, который размещен в водоохлаждаемой опорной фурме с сальником, установленной в подвижном колене фурменного прибора, причем резец-очиститель размещен в торце водоохлаждаемой опорной фурмы, а цилиндрический тепломер соединен с вычислительным блоком, определяющим температуру фурменного очага горна доменной печи в зависимости от значений теплового потока, фиксируемого цилиндрическим тепломером.

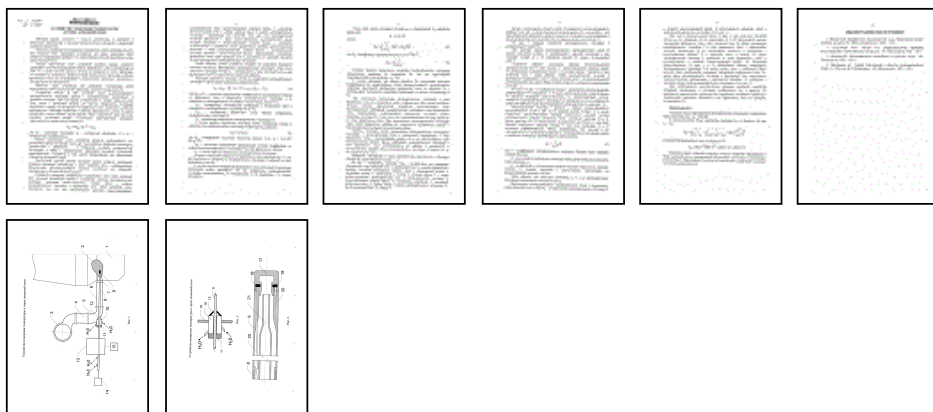


ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Реферат:



Описание:



Рисунки:

ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **06.12.2012**

Дата публикации: [27.09.2013](#)